

Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) EP 1 204 193 A2

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
08.05.2002 Patentblatt 2002/19

(51) Int Cl.⁷: H02K 9/16, H02K 5/20,
H02K 1/20

(21) Anmeldenummer: 01125941.3

(22) Anmeldetag: 31.10.2001

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(72) Erfinder: Eberhardt, Heinz Dieter, Prof. Dr.-Ing.
01239 Dresden (DE)

(74) Vertreter: Weissfloh, Ingo et al
Ilberg - Weissfloh
Patentanwälte
Prellerstrasse 26
01309 Dresden (DE)

(30) Priorität: 02.11.2000 DE 10054338

(71) Anmelder: Eberhardt, Heinz Dieter, Prof. Dr.-Ing.
01239 Dresden (DE)

(54) **Kühlsystem für trägheitsarme rotierende elektrische Maschine**

(57) Die Erfindung betrifft ein Kühlsystem für trägheitsarme rotierende elektrische Maschinen, insbesondere für Drehstrommaschinen mit Fremd- oder Eigenkühlung.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein hoch intensives Kühlsystem für trägheitsarme rotierende elektrische Maschinen, insbesondere für Drehstrommaschinen mit Fremd- und Eigenkühlung zu schaffen. Dabei soll die kostengünstige Luftkühlung angewendet werden. Die Temperaturunterschiede in den Ständer- und Läuferleitern sollen möglichst gering sein.

Erfindungsgemäß besteht dabei das Läufer- 6 und Ständerblechpaket 1 jeweils aus mehreren Teilblechpaketen. An der Außenkontur des Ständerblechpaketes 1 schließen sich nach außen über die gesamte Länge axial einseitig verschlossene Zu- 2 und Abströmkammern 3 über den Umfang wechselnd mit etwa gleichem axialen Querschnitt an. Von der Zuströmkammer 2 führen radiale Kühlkanäle, die durch die Endbleche der Ständerteilblechpakete 5 axial und durch Leiteinrichtungs- und Abstandshaltesegmente 4 im Rückengebiet des Ständerblechpaketes 1 radial begrenzt sind. Im Nutgebiet des Ständerblechpaketes 1 stellt die Wicklung mit der Nutisolation die radiale Begrenzung dar. Zwischen den Läuferteilblechpaketen 14 sind Abstandselemente 7 angeordnet. Die in die radialen Kühlkanäle eingeströmte Kühlluft kühlt die in den radialen Kühlkanälen des Läuferblechpaketes 6 freiliegenden Leiter 13 und die Endbleche der Läuferteilblechpakete 14 direkt. Die Luft wird durch die Rotation zusätzlich verwirbelt, so dass eine intensive Kühlung erreicht wird. Nach dem Durchströmen der Läuferkühlkanäle wird die erwärmte Luft in die radialen Kühlkanäle des Ständerblechpaketes 1 gedrückt. Diese Kühlkanäle sind in gleicher Art und

Weise wie die Kühlkanäle, durch die, die Luft einströmt, ausgebildet und sind mit den Abströmkammern 3 verbunden. Dabei kühlt diese Luft das Ständerblechpaket 1 weiter. In den Abströmkammern 3 wird sie umgelenkt und strömt durch Öffnungen im Pressrahmen 9 aus der rotierenden elektrischen Maschine.

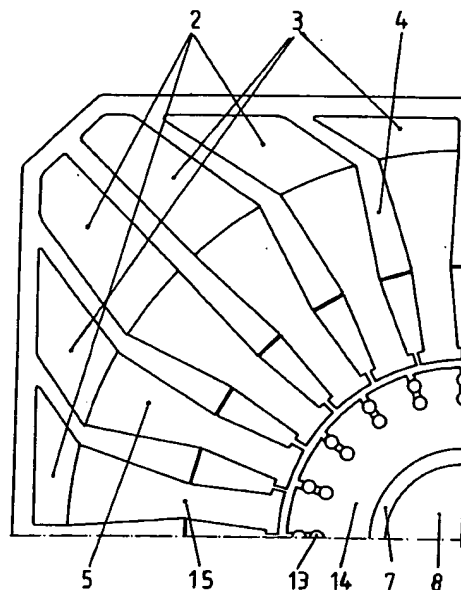


Fig 1

EP 1 204 193 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Kühlsystem für trägheitsarme rotierende elektrische Maschinen, insbesondere für Drehstrommaschinen mit Fremd- oder Eigenkühlung.

[0002] Hochdynamische Antriebe benötigen trägheitsarme Elektromotoren. Trägheitsarme rotierende elektrische Maschinen erfordern einen Läufer mit möglichst geringem Durchmesser. Die Realisierung einer solchen Maschinenausführung bedingt insbesondere eine intensive Kühlung des Läufers.

[0003] Eine intensive Luftkühlung des Läufers kann mit Hilfe von axialen Kühlkanälen oder auch mit axialen und radialen Kühlkanälen erreicht werden. Dabei sind die Ständer- und Läuferblechpakete aus Teilblechpaketen aufgebaut. Luftgekühlte Ausführungen sind in EP 0 522 210 A1 (Int. Cl.: H 02 K 9/18), EP 0 118 802 A1 (Int. Cl.: H 02 K 9/10) und DE 43 20 559 A 1 (Int. Cl.: H 02 K 9/00) dargestellt. Diese Ausführungen haben den Nachteil, dass die axialen Kühlkanäle innerhalb des Läufers axiale Strömungsquerschnitte benötigen, die einer Verkleinerung des Läuferdurchmessers entgegenstehen.

[0004] Eine weitere Lösung für eine intensive Kühlung des Läufers besteht in der Anwendung der Flüssigkeitskühlung entsprechend EP 0 824 287 A1 (Int. Cl.: H 02 K 9/197). Diese Lösung ist sehr aufwendig und kostenintensiv, weil komplizierte Dichtungselemente für die Realisierung der Flüssigkeitskühlung im rotierenden Läufer eingesetzt werden müssen. Zudem ist jede Flüssigkeitskühlung konstruktiv aufwendiger und kostenintensiver als eine Luftkühlung.

[0005] Die Anwendung eines zentrifugalen Wärmehohls zur Läuferkühlung entsprechend DE 39 09 253 A 1 (Int. Cl.: H 02 K 9/20) erlaubt eine intensive Kühlung des Läufers. Der Nachteil dieser Lösung besteht darin, dass die Kühlkörper mitrotieren und damit einer wesentlichen Verkleinerung des Trägheitsmomentes entgegenstehen. Außerdem ist diese Lösung konstruktiv aufwendig und kostenintensiv und das Langzeitverhalten ist nicht ausreichend abgesichert.

[0006] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein hoch intensives Kühlsystem für trägheitsarme rotierende elektrische Maschinen, insbesondere für Drehstrommaschinen mit Fremd- und Eigenkühlung zu schaffen. Dabei soll die kostengünstige Luftkühlung angewendet werden. Die Temperaturunterschiede in den Ständer- und Läuferleitern sollen möglichst gering sein.

[0007] Die Aufgabe der Erfindung wird durch die Merkmale des 1. Patentanspruchs gelöst. Anspruch 1 beschreibt die allgemeine erfinderische Lösung. Dabei besteht das Läufer- 6 und Ständerblechpaket 1 jeweils aus mehreren Teilblechpaketen. An der Außenkontur des Ständerblechpaketes 1 schließen sich nach außen über die gesamte Länge axial einseitig verschlossene Zu- 2 und Abströmkammern 3 über den Umfang wechselnd mit etwa gleichem axialen Querschnitt an. Von der Zu-

strömkammer 2 führen radiale Kühlkanäle, die durch die Endbleche der Ständerblechpakete 5 axial und durch Leiteinrichtungs- und Abstandshaltersegmente 4 im Rückengebiet des Ständerblechpaketes 1 radial begrenzt sind. Im Nutgebiet des Ständerblechpaketes 1 stellt die Wicklung mit der Nutisolation die radiale Begrenzung dar. Zwischen den Läuferblechpaketen 14 sind Abstandselemente 7 angeordnet.

[0008] Durch die erfindungsgemäße Ausbildung der Zuströmkammern 2 wird über die gesamte Länge des Ständerblechpaketes 1 kalte Kühlluft zugeführt. Die axiale Strömung in den Zuströmkammern 2 wird in die radialen Kühlkanäle des Ständerblechpaketes 1 umgelenkt und strömt radial durch das Ständerblechpaket 1 hindurch. Die Kühlkanäle im Rücken des Ständerblechpaketes 1 werden durch die Leiteinrichtungs- und Abstandshaltersegmente 4 und die Endbleche der Ständerblechpakete 5 gebildet. Im Nutbereich des Ständerblechpaketes 1 werden die radialen Kühlkanäle durch die Nutisolation und die Endbleche der Ständerblechpakete 5 begrenzt. Dabei sind die Leiteinrichtungs- und Abstandshaltersegmente 4 so dimensioniert, dass sie direkt auf der Nutisolation im Nutgrund aufsitzen. Durch die erfindungsgemäße Ausbildung strömt die Kühlluft mit erhöhter Geschwindigkeit als Strahl in die radialen Kühlkanäle des Läuferblechpaketes 6. Das Läuferblechpaket 6 setzt sich wiederum aus einzelnen Läuferblechpaketen 14 zusammen. Die Länge der Läuferblechpakete 14 ist dabei auf die Länge der Ständerblechpakete 5 abgestimmt, so dass sich beide radialen Kühlkanäle in einer Ebene befinden. Zwischen den einzelnen Läuferblechpaketen 14 sind Abstandselemente 7 angeordnet. Die in die radialen Kühlkanäle eingeströmte Kühlluft kühlt die in den radialen Kühlkanälen des Läuferblechpaketes 6 freiliegenden Leiter 13 direkt. Des Weiteren werden die Endbleche der Läuferblechpakete 14 direkt gekühlt. Die Luft wird durch die Rotation zusätzlich verwirbelt, so dass eine intensive Kühlung erreicht wird. Nach dem Durchströmen der Läuferblechpakete wird die erwärmte Luft in die radialen Kühlkanäle des Ständerblechpaketes 1 gedrückt. Diese Kühlkanäle sind in gleicher Art und Weise wie die Kühlkanäle, durch die, die Luft einströmt, ausgebildet und sind mit den Abströmkammern 3 verbunden. Dabei kühlt diese Luft das Ständerblechpaket 1. In den Abströmkammern 3 wird sie umgelenkt und strömt durch Öffnungen im Pressrahmen 9 aus der rotierenden elektrischen Maschine.

[0009] In einer bevorzugten Ausführungsform sind beim erfindungsgemäßen Kühlsystem für trägheitsarme rotierende elektrische Maschinen jeweils ein und/oder mehrere einzelne Zuströmkammern 2 hintereinander über den Umfang und anschließend ein und/oder mehrere einzelne Abströmkammern 3 über den Umfang verteilt angeordnet. So ist der gesamte Ständer zum Beispiel geviertelt ausführbar, wobei ein Viertel mit Zuströmkammern 2 und das nächste Viertel mit Abströmkammern 3, das nächste wieder mit Zuströmkammern

2 und das letzte erneut mit Abströmkammern 3 versehen ist.

[0010] Vorteilhafterweise sind die Abstandselemente 7 zwischen den Läuferblechpaketen 14 so ausgebildet, dass sie sich bis zur Läuferwelle 8 erstrecken.

[0011] Auch eine Anordnung des erfindungsgemäßen Kühlsystems für trägheitsarme rotierende elektrische Maschinen bei dem die Zu- 2 und Abströmkammern 3 in einem Gehäuse angeordnet sind, kann ausgeführt werden.

[0012] In einer bevorzugten Bauweise sind die Zu- 2 und Abströmkammern 3 im Ständerblechpaket 1 einer gehäuselosen Maschine ausgebildet, wobei das Ständerblechpaket 1 durch Pressrahmen 9 seitlich abgeschlossen ist.

[0013] Um auch die Wickelköpfe 11 mit dem Kühlsystem kühlen zu können, erstrecken sich die Zu- 2 und Abströmkammern 3 über die Blechpaketlänge hinaus bis zum Ende der Pressrahmen 9. In den Kammerberandungen in Richtung der Wicklungsköpfe 11 sind zusätzlich radiale Öffnungen 10 angeordnet. Diese radialen Öffnungen 10 im Pressrahmen 9 in Richtung der Wicklungsköpfe 11 befinden sich auf der verschlossenen Seite der Zu- 2 und Abströmkammern 3.

[0014] Aus fertigungstechnischen Gründen ist es vorteilhaft, dass die Leiteinrichtungs- und Abstandshaltersegmente 4 und die Berandung der Zu- 2 und Abströmkammern 3 in den Zwischenräumen zwischen den Teilblechpaketen aus ein oder mehreren gestanzten und hintereinander gesetzten gleichartigen Distanzblechen bestehen.

[0015] Vorteilhafte Wirkungen erreicht das Kühlsystem für trägheitsarme rotierende elektrische Maschinen auch dann, wenn die Leiter 13, die im Läuferblechpaket 6 eingebracht sind, gegossen sind oder als Einfach- oder Doppelkäfig mit Rundstäben oder mit isolierten Drähten ausgeführt sind und dass im Fall des Doppelkäfigs ein radialer Abstand zwischen den doppelt angeordneten Leitern besteht. Bei gegossenem Kurzschlussring der Läuferwicklung können zusätzlich Wirbler ausgeführt sein. Besteht der Kurzschlussring aus ringförmigen flachen Elementen, so ist ein geringer axialer Abstand von ca. 1mm zwischen diesen Elementen auszuführen.

[0016] Vorzugsweise ist beim erfindungsgemäßen Kühlsystem für trägheitsarme rotierende elektrische Maschinen der Lüfterbaustein axial oder radial seitlich oder oben angeordnet.

[0017] Insbesondere ist es von Vorteil, wenn die Leiteinrichtungs- und Abstandshaltersegmente 4 im Raum zwischen den Ständerblechpaketen 5 im Rückengebiet des Ständerblechpaketes 1 so ausgeführt sind, dass sich ihr radialer Querschnitt nach innen verkleinert. Weiterhin verbessert sich die Wirksamkeit des Kühlsystems für trägheitsarme rotierende elektrische Maschinen, wenn im Bereich des Kopfes der Ständernuten zusätzliche düsenförmige Leitelemente für die radialen Kühlkanäle, die mit den Zuströmkammern 2 verbunden

sind, ausgebildet sind. Auch eine Ausbildung von trichterförmigen Leitelementen im Bereich des Kopfes der Ständernuten für die radialen Kühlkanäle, die mit den Ausströmkammern 3 verbunden sind, bringt kühlungs-technische Vorteile. Beide Leitelemente sind vorteilhafterweise so angeordnet, dass sie den Kühlluftstrom gegen die Drehrichtung des Läufers führen.

[0018] Um den Wärmeübergang zwischen der Ständer- und Läuferwicklung im Nutbereich und den Teilblechpaketen zu erhöhen und die mechanischen Festigkeit der gesamten trägheitsarmen rotierenden elektrischen Maschine zu verbessern, sind vorteilhafterweise gut wärmeleitende Vergussmassen eingebracht. Bei der Verwendung von blanken Leitern 13 im Läufer ist eine metallische Verbindung zwischen den Leitern 13 und den Läuferblechpaketen 5 von Vorteil. Die Breite der radialen Kühlkanäle im Läuferblechpaket 6 kann auch wahlweise kleiner oder größer sein als die Breite der radialen Kühlkanäle des Ständerblechpaketes 1.

[0019] In einer anderen speziellen Variante ist der axiale Querschnitt der Zu- 2 und Abströmkammern 3 unterschiedlich ausgebildet.

[0020] Das erfindungsgemäße Kühlsystem für trägheitsarme rotierende elektrische Maschinen kann für besondere Anwendungsfälle auch mit mehreren Lüftern ausgebildet sein, wobei z. B. an den Zuströmkammern 2 axial beidseitig Lüfter angeordnet sind und die Abströmkammern 3 dann axial verschlossen sind und radiale Abströmöffnungen an der vom Ständerblechpaket 1 abgewandten Seite aufweisen. Auch die Anordnung eines zusätzlichen saugenden Lüfters an den Abströmkammern 3 bei drückender Belüftung als zweiter Lüfter ist möglich.

[0021] Die Anordnung von zusätzlichen radialen Abströmöffnungen aus den Abströmkammern 3 im Mantel der trägheitsarmen rotierenden elektrischen Maschine an der vom Ständerblechpaket 1 abgewandten Seite hin ist, um die Kühlung zu verbessern, ausführbar.

[0022] In einer besonderen Ausführung sind die Zu- 2 und Abströmkammern 3 und die zugehörigen Leiteinrichtungs- und Abstandshaltersegmente 4 so ausgebildet, dass sich jeweils ein entstandener radialer Kühlkanal über mehrere Nutteilungen der trägheitsarmen rotierenden elektrischen Maschine erstreckt (z. B. über 2, 3, oder 4 Nutteilungen).

[0023] Bei einer weiteren speziellen Ausführung unterscheiden sich die Zuströmkammern 2 und die Abströmkammern 3 im Querschnitt und die zugehörigen Leiteinrichtungs- und Abstandshaltersegmente 4 sind so ausgebildet, dass sich die radialen Kühlkanäle, durch die die Luft zuströmt, über eine andere Zahl von mehreren Nutteilungen erstrecken als die radialen Kühlkanäle, durch die die Luft abströmt.

[0024] Das erfindungsgemäße Kühlsystem für trägheitsarme rotierende elektrische Maschinen kann auch so qualifiziert werden, dass die Zu- 2 und Abströmkammern 3 mit einem zusätzlichen außen angeordneten Wärmetauscher verbunden sind. Dadurch wird ein ge-

schlossener innerer Kühlkreislauf realisierbar.

[0025] Bei speziellen Anwendungsfällen sind, um den Kühlluftdurchsatz im Läufer zu erhöhen, in den radialen Kühlkanälen des Läuferblechpaketes (6) zusätzliche druckfördernde Leitund Abstandselemente angeordnet.

[0026] Die Erfindung soll nachstehend an Hand der Figuren 1-3 in einem Ausführungsbeispiel näher erläutert werden. Dabei zeigt

Fig. 1 einen Teilschnitt im Bereich der radialen Kühlkanäle bei einer gehäuselosen Ausführung,

Fig. 2 einen Längsschnitt in einer Ebene mit einer Zuströmkammer 2 und

Fig. 3 einen Längsschnitt in einer Ebene mit einer Abströmkammer 3.

[0027] Eine erfindungsgemäße trägheitsarme rotierende elektrische Maschine besitzt ein Kühlsystem, bei dem die Kühlluft axial zugeführt wird, dann die radialen Kühlkanäle zwischen den Ständerblechpaketen 5 und den Läuferblechpaketen 14 nach Innen bis nahezu zur Läuferwelle 8 durchströmt. Dabei werden insbesondere auch die Leiter 13 der Läuferwicklung umströmt. Die Kühlluft wird nunmehr wieder radial nach außen in die Abströmkammern 3 geführt und verlässt die Maschine axial. Dabei wechseln sich, wie aus Fig. 1 ersichtlich, im Bereich der Zu- 2 und Abströmkammern 3 außerhalb des magnetisch aktiven Rückens des Ständerblechpaketes 1 einer gehäuselosen Maschine in Umfangrichtung betrachtet, die Zu- 2 und die Abströmkammern 3 ab. Die trägheitsarme rotierende elektrische Maschine besteht aus einer Reihe von einzelnen Teilblechpaketen. Die Länge der Ständerblechpakete 5 und Läuferblechpakete 14 ist so ausgeführt, dass jeweils ein radialer Kühlkanal des Ständers einem radialen Kühlkanal des Läufers gegenübersteht. Zwischen den Ständerblechpaketen 6 ist ein Leiteinrichtungs- und Abstandhaltersegment 4 angeordnet. Vorzugsweise ist dieses Leiteinrichtungs- und Abstandhaltersegment 4 aus den gleichen gestanzten Ständerblechen, (sogenannten Distanzblechen) durch heraus trennen der Zahnsegmente 15 hergestellt.

[0028] Der Ständer der erfindungsgemäßen trägheitsarmen rotierende elektrischen Maschine wird durch Pressrahmen 9 begrenzt und zusammengehalten. Die Pressrahmen 9 sind dabei so ausgebildet, dass auf einer Seite alle Abströmkammern 3 und auf der anderen Seite alle Zuströmkammern 2 axial verschlossen sind.

[0029] Zwischen den Läuferblechpaketen 14 sind Abstandselemente 7 angeordnet. Diese reichen direkt bis auf die Läuferwelle 8. Dabei sind die Abstandselemente 7 so ausgebildet, dass die Kühlluft sowohl die Leiter 13 umspült und kühlt, als auch die Wärme aus den Läuferblechpaketen 14 des Läuferblechpaketes 6 abführt, da die Kühlluft die Oberflächen der jeweils außen liegenden Bleche der Läuferblechpakete 14 überströmt.

[0030] In den Fig. 2 und 3 ist eine erfindungsgemäße Ausführung mit drückender Belüftung und axial angeordneten Lüfterbaustein beschrieben. Figur 1 zeigt dabei wie die Kühlluft auf der Lüfterseite axial in den Wicklungskopfraum eintritt, die Wicklungsköpfe 11 der Ständer- und Läuferwicklung kühlt und dann durch speziell angeordnete radiale Öffnungen 10 des Pressrahmens 9 in die Abströmkammern 3 strömt. Die dem Lüfter entgegengesetzten Wicklungsköpfe 11 werden über speziell angeordnete radiale Öffnungen 10, die mit den Zuströmkammern 2 verbunden sind, gekühlt. Im Lagerschild 12 auf der vom Lüfter abgewandten Seite befinden sich Ausströmgitter, durch die die Kühlluft, die die Wicklungsköpfe 11 gekühlt hat, die erfindungsgemäße Maschine verlässt. Anstelle einer drückenden Belüftung kann die erfindungsgemäße trägheitsarme rotierende elektrische Maschine auch in saugender Belüftung ausgeführt werden.

[0031] Die erfindungsgemäße Lösung lässt sich ohne große Änderungen auch für andere elektrische Maschinen insbesondere für Synchronmaschinen z.B. mit Permanentmagneten im Läufer anwenden.

Bezugszeichenliste

[0032]

- | | |
|----|--|
| 1 | Ständerblechpaket |
| 2 | Zuströmkammer |
| 3 | Abströmkammer |
| 4 | Leiteinrichtungs- und Abstandhaltersegment |
| 5 | Ständerblechpaket |
| 6 | Läuferblechpaket |
| 7 | Abstandselement |
| 8 | Läuferwelle |
| 9 | Pressrahmen |
| 10 | Radiale Öffnungen |
| 11 | Wicklungskopf |
| 12 | Lagerschild |
| 13 | Leiter |
| 14 | Läuferblechpaket |
| 15 | Zahnsegment |

Patentansprüche

1. Kühlsystem für trägheitsarme rotierende elektrische Maschinen, insbesondere für Drehstrommaschinen mit Fremd- und Eigenkühlung mit einem Ständer- und Läuferblechpaket bestehend aus Teilblechpaketen
dadurch gekennzeichnet,
dass am Außendurchmesser des Ständerblechpaketes (1) über seine gesamte Länge axial einseitig verschlossene Zu- (2) und Abströmkammern (3) über den Umfang wechselnd mit etwa gleichem axialen Querschnitt angeordnet sind,
dass im Bereich des Rückens des Ständerblechpa-

- ketes (1) zwischen den Ständerteilblechpaketen (5) in radialer Richtung Leiteinrichtungs- und Abstandshaltersegmente (4) entsprechend der Anzahl der Zu- (2) und Abströmkammern (3) ausgebildet sind und
5 **dass** zwischen den Läuferblechpaketen (14) Abstandselemente (7) angeordnet sind.
2. Kühlsystem für trägheitsarme rotierende elektrische Maschinen nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**,
10 **dass** jeweils ein und/oder mehrere einzelne Zuströmkammern (2) hintereinander über den Umfang und anschließend ein und/oder mehrere einzelne Abströmkammern (3) über den Umfang verteilt angeordnet sind.
3. Kühlsystem für trägheitsarme rotierende elektrische Maschinen nach Anspruch 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet**,
15 **dass** die Abstandselemente (7) zwischen den Läuferblechpaketen (14) sich bis zur Läuferwelle (8) erstrecken.
4. Kühlsystem für trägheitsarme rotierende elektrische Maschinen nach Anspruch 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**,
20 **dass** die Zu- (2) und Abströmkammern (3) in einem Gehäuse angeordnet sind.
5. Kühlsystem für trägheitsarme rotierende elektrische Maschinen nach Anspruch 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet**,
25 **dass** die Zu- (2) und Abströmkammern (3) im Ständerblechpaket (1) einer gehäuselosen Maschine ausgebildet sind und dass das Ständerblechpaket (1) durch Pressrahmen (9) seitlich abgeschlossen sind.
6. Kühlsystem für trägheitsarme rotierende elektrische Maschinen nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**,
30 **dass** die Zu- (2) und Abströmkammern (3) über die Blechpaketlänge hinaus bis zum Ende der Pressrahmen (9) ausgebildet sind und sich radiale Öffnungen (10) in den Kammerberandungen in Richtung der Wicklungsköpfe (11) befinden.
7. Kühlsystem für trägheitsarme rotierende elektrische Maschinen nach Anspruch 5 und 6, **dadurch gekennzeichnet**,
35 **dass** sich die radialen Öffnungen (10) im Pressrahmen (9) in Richtung der Wicklungsköpfe (11) auf der verschlossenen Seite der Zu- (2) und Abströmkammern (3) befinden.
8. Kühlsystem für trägheitsarme rotierende elektrische Maschinen nach Anspruch 1, 2, 5, 6, und 7, **dadurch gekennzeichnet**,
40 **dass** die Leiteinrichtungs- und Abstandshaltersegmente (4) und die Berandung der Zu- (2) und Abströmkammern (3) in den Zwischenräumen zwischen den Ständerteilblechpaketen (5) aus ein oder mehreren gestanzten Distanzblechen bestehen.
9. Kühlsystem für trägheitsarme rotierende elektrische Maschinen nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**,
45 **dass** die Leiter (13) des Läufers gegossen sind oder als Einfach- oder Doppelkäfig mit Rundstäben oder mit isolierten Drähten ausgeführt sind und dass im Fall des Doppelkäfigs ein radialer Abstand zwischen den doppelt angeordneten Leitern (13) besteht.
10. Kühlsystem für trägheitsarme rotierende elektrische Maschinen nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**,
50 **dass** der Lüfterbaustein axial oder radial seitlich oder radial oben angeordnet ist.
11. Kühlsystem für trägheitsarme rotierende elektrische Maschinen nach Anspruch 1 und 9, **dadurch gekennzeichnet**,
55 **dass** der gegossene Kurzschlussring der Läuferwicklung mit Wirbler ausgeführt ist.
12. Kühlsystem für trägheitsarme rotierende elektrische Maschinen nach Anspruch 1, und 9, **dadurch gekennzeichnet**,
60 **dass** der Kurzschlussring der Läuferwicklung aus ringförmigen flachen Elementen ausgeführt ist und dass zwischen diesen ein geringer axialer Abstand von ca. 1mm besteht.
13. Kühlsystem für trägheitsarme rotierende elektrische Maschinen nach Anspruch 1, 2 und 5 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**,
65 **dass** die Leiteinrichtungs- und Abstandshaltersegmente (4) im Raum zwischen den Ständerteilblechpaketen (5) im Rückengebiet des Ständerblechpakets (1) so ausgeführt sind, dass sich der radiale Querschnitt nach innen verkleinert.
14. Kühlsystem für trägheitsarme rotierende elektrische Maschinen nach Anspruch 1, 2, 5 bis 8 und 13, **dadurch gekennzeichnet**,
70 **dass** im Bereich des Kopfes der Ständermuten düsenförmige Leitelemente für die radialen Kühlkanäle, die mit den Zuströmkammern (2) verbunden sind, ausgebildet sind.
15. Kühlsystem für trägheitsarme rotierende elektrische Maschinen nach Anspruch 1, 2, 5 bis 8, und 13, **dadurch gekennzeichnet**,
75

dass im Bereich des Kopfes der Ständermuten trichterförmige Leitelemente für die radialen Kühlkanäle, die mit den Ausströmkammern (3) verbunden sind, ausgebildet sind.

16. Kühlsystem für trägheitsarme rotierende elektrische Maschinen nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass zwischen den Teilblechpaketen und der Ständer- und Läuferwicklung im Nutbereich gut wärmeleitende Vergussmassen eingebracht sind oder dass im Läuferblechpaket (6) bei Verwendung von blanken Leitern (13) eine metallische Verbindung zwischen den Leitern (13) und den Läuferblechpaketen (14) besteht.

17. Kühlsystem für trägheitsarme rotierende elektrische Maschinen nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Breite der radialen Kühlkanäle im Läuferblechpaket (6) kleiner oder größer als die Breite der radialen Kühlkanäle des Ständerblechpaketes (1) ist.

18. Kühlsystem für trägheitsarme rotierende elektrische Maschinen nach Anspruch 1, 2, 4 bis 8, 13 bis 15 und 17, **dadurch gekennzeichnet**, dass der axiale Querschnitt der Zu- (2) und Abströmkammern (3) unterschiedlich ausgebildet ist.

19. Kühlsystem für trägheitsarme rotierende elektrische Maschinen nach Anspruch 1, 2, 4 bis 8, 13 bis 15, 17 und 18, **dadurch gekennzeichnet**, dass an den Zuströmkammern (2) axial beidseitig Lüfter angeordnet sind und die Abströmkammern (3) axial verschlossen sind und radiale Abströmöffnungen in ihrem Mantel an der von dem Ständerblechpaket (1) abgewandten Seite aufweisen.

20. Kühlsystem für trägheitsarme rotierende elektrische Maschinen nach Anspruch 1, 2, 4 bis 8, 13 bis 15, 17 und 18, **dadurch gekennzeichnet**, dass bei drückender Belüftung an den Abströmkammern (3) ein zusätzlich saugender Lüfter angeordnet ist

21. Kühlsystem für trägheitsarme rotierende elektrische Maschinen nach Anspruch 1, 2, 4 bis 8, 13 bis 15, 17 und 18, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Abströmkammern (3) an der vom Ständerblechpaket (1) abgewandten Seite hin zusätzliche radiale Abströmöffnungen besitzen.

22. Kühlsystem für trägheitsarme rotierende elektrische Maschinen nach den Ansprüchen 1, 2, 4 bis 8, 17 bis 21, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Zu- (2) und Abströmkammern (3) und die zugehörigen Leiteinrichtungs- und Abstandshalter-

segmente (4) so ausgebildet sind, dass sich jeweils ein entstandener radialer Kühlkanal über mehrere Nutteilungen erstreckt.

23. Kühlsystem für trägheitsarme rotierende elektrische Maschinen nach Anspruch 1, 2, 4 bis 8, 13 bis 15, 17 bis 21, **dadurch gekennzeichnet**, dass sich die Zuströmkammern (2) und die Abströmkammern (3) im Querschnitt unterscheiden und die zugehörigen Leiteinrichtungs- und Abstandshaltersegmente (4) so ausgebildet sind, dass die radialen Kühlkanäle, durch die die Luft zuströmt, über eine andere Zahl von mehreren Nutteilungen erstrecken, als die radialen Kühlkanäle, durch die die Luft abströmt.

24. Kühlsystem für trägheitsarme rotierende elektrische Maschinen nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Zu- (2) und Abströmkammern (3) mit einem zusätzlichen außen angeordneten Wärmetauscher verbunden sind.

25. Kühlsystem für trägheitsarme rotierende elektrische Maschinen nach Anspruch 1, 9, 11 und 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass in den radialen Kühlkanälen des Läuferblechpaketes (6) zusätzliche druckfördernde Leit- und Abstandselemente angeordnet sind.

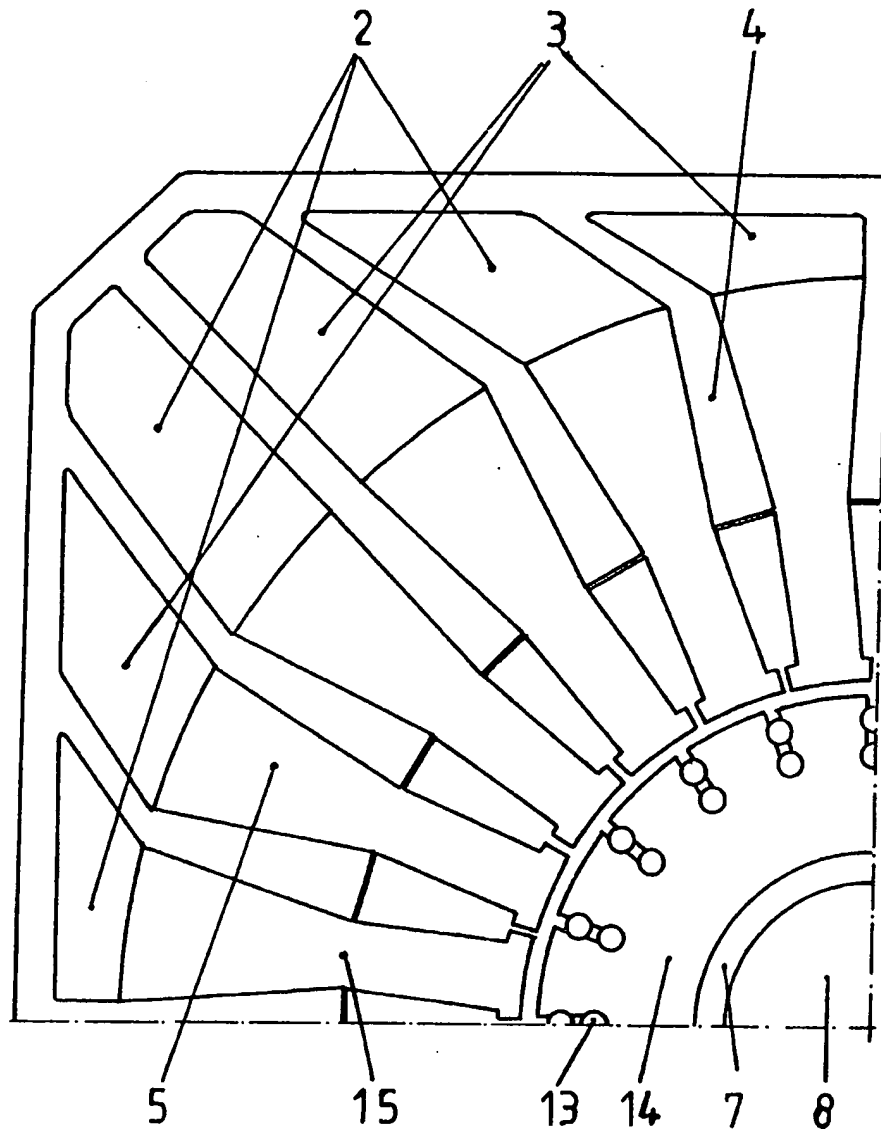


Fig 1

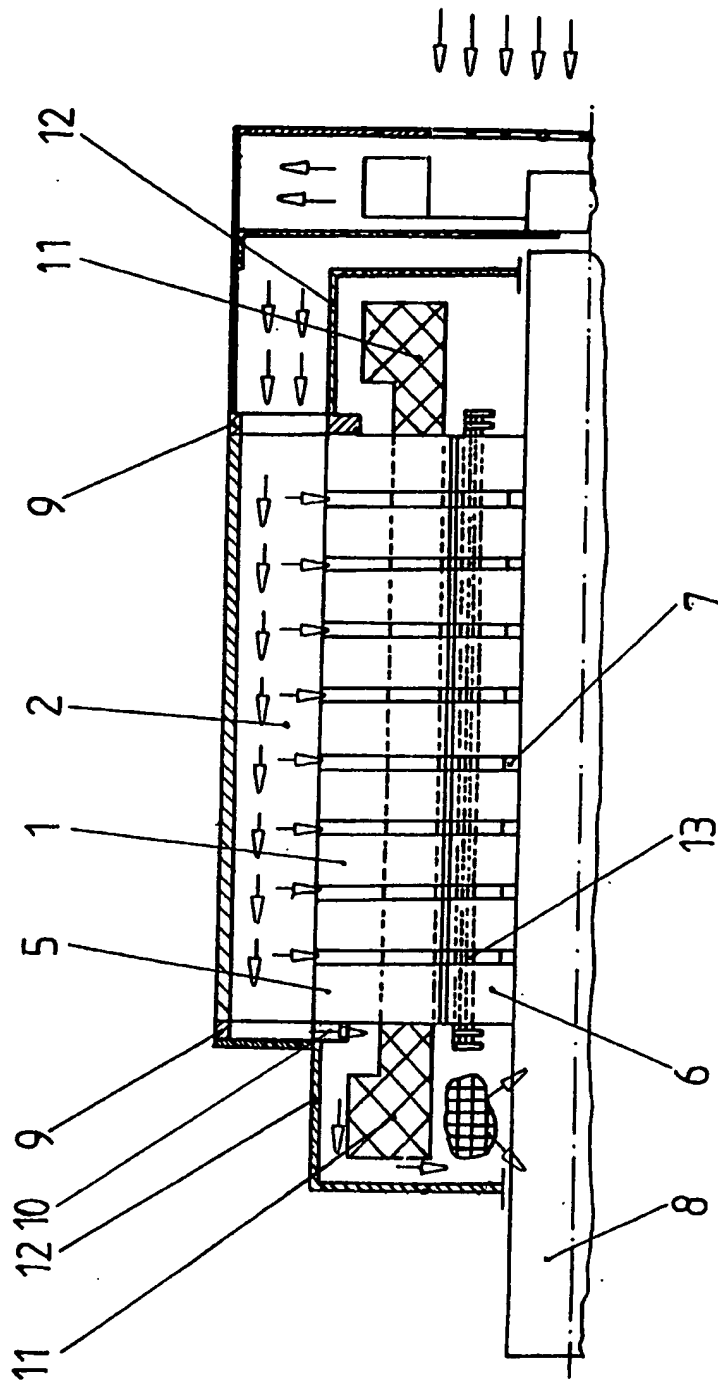


Fig2

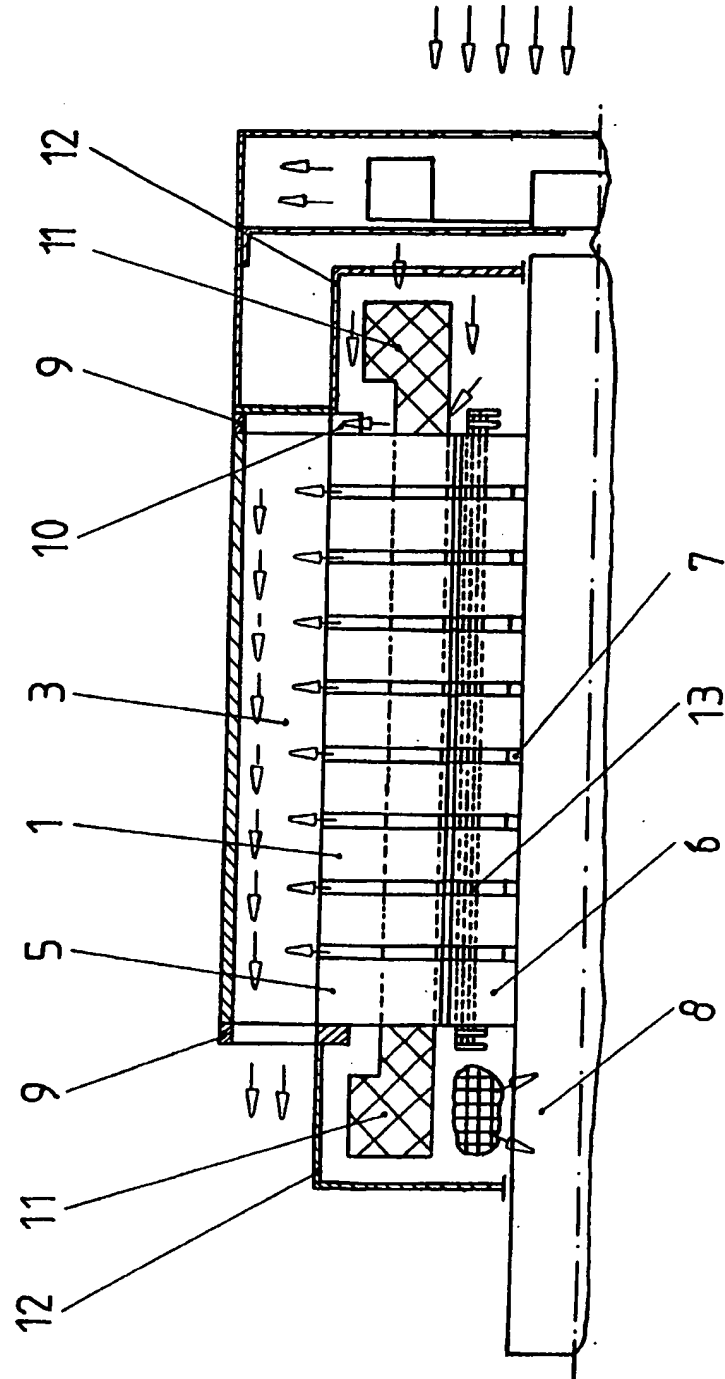


Fig 3